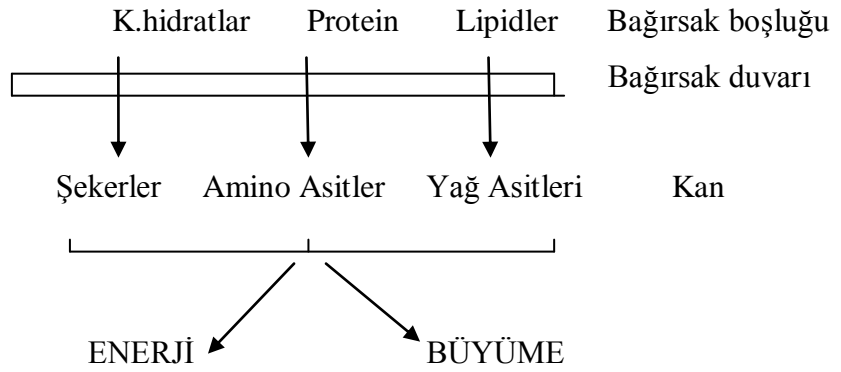


## METABOLİZMA

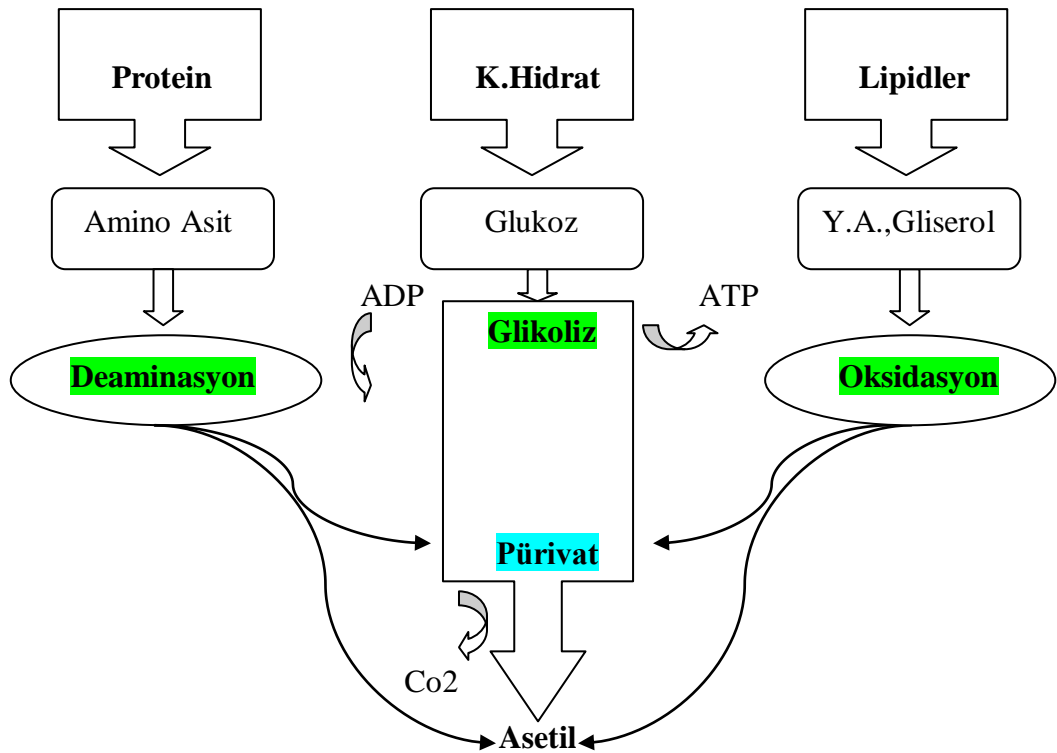
Giriş:

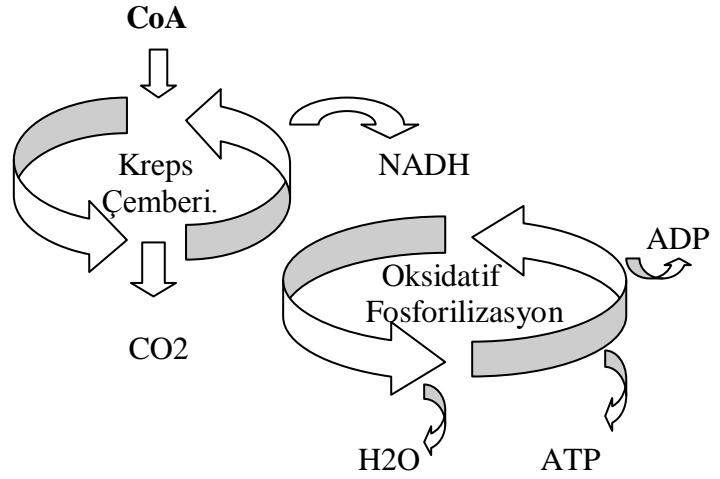
Balıklar tarafından tüketilen gıdalar sindirim kanalında sindirilmekte, bağırsak duvarlarından absorbe edilmekte ve yapı molekülleri olarak kana geçmektedirler. Bu moleküller vücut içerisinde sirküle edilmekte ve pek çok kimyasal reaksiyonlara maruz kalacakları ve değişik dokulara alınmaktadır. Bu reaksiyonların son noktası enerji açığa çıkarmak üzere parçalanma veya organizmada doku birikimidir. Moleküllerin parçalanması KATABOLİZMA olarak moleküllerin sentezlenmesi ise ANABOLİZMA olarak ifade edilir.



**Organizmada büyüme veya enerji sağlamak üzere meydana gelen katabolik ve anabolik olaylara metabolizma denmektedir.** Yem ya da gıda 3 temel besin maddesinden oluşmaktadır. Proteinler enerji veya yeni protein sentezinde kullanılacak amino asitlere sindirilmektedirler. **Amino asitlerden enerji, deaminasyonu takiben karbon iskeletinin parçalanması ile elde edilir.** Lipidler yağ asitlerine parçalanırlar ve bunlar yeniden miseller veya damlacık halinde lipitlerin sentezinde kullanılırlar. Bu yağ damlacıkları kanla dolaşırlar ve organizma tarafından kullanılacakları zaman yeniden yağ asitlerine parçalanırlar. **Yağ asitleri membran sentezi için veya daha fazla parçalanarak enerji için kullanılırlar.** Yağların parçalanması amino asitlerin parçalanmasına göre çok daha yavaş olmaktadır. **Karbonhidratlar genellikle nişasta ve selüloz olarak tüketilmektedir. Bununla beraber selüloz genellikle balıklar tarafından sindirilmez.** Nişasta glukoza ve enerji için daha küçük moleküllere parçalanır. Son ürünlerin parçalanması pek çok düzenleme altında katabolik yol ile gerçekleşir. **Bu reaksiyonlar memelilerde çok iyi bir şekilde açıklanmıştır ve bu reaksiyonların çoğu kemikli balıklarda teyit edilmiştir.**

Amino asitlerin, yağ asitlerinin ve şekerlerin tümünün parçalanma yolu ortak bir ara bileşiğe çıkmaktadır ki bu bileşik **Asetil koenzim A (AsetilkoA)**'dır. Bu bileşik **sitrik asit siklusuna (krepş çemberi) girmekte ve burada oksidatif fosforilizasyon işlemine tabi tutulmaktadır**. Burada  $O_2$  tüketilmekte,  $CO_2$  ortaya çıkmakta ve salıverilen enerji yüksek enerjili fosfat bileşiklerinde (ATP) depolanmaktadır. Akuatik canlıların optimum büyümesi için vitaminler, mineraller, purinler ve primidinlere de ihtiyaçları vardır. Bunlar genellikle reaksiyonlarda rol oynayan enzimlerin yapısında yer almaktadırlar.





### Yüksek Enerji Depolayan Moleküller

Hayvansal organizmadaki reaksiyonlar enerjinin kullanılma veya açığa çıkması ile sonuçlanır. Amino asitlerden protein sentezlenmesinde enerji kullanılırken, glukozun veya amino asitlerin CO<sub>2</sub> ye yıkılmalarında enerji açığa çıkar. Açığa çıkan enerji diğer reaksiyonlarda kullanılmak üzere yüksek enerji moleküllerinde depolanırlar. **ATP hücre sel enerjiyi oluşturan en yaygın yüksek enerji molekülüdür.** ATP adenezine bağlı 3 fosforil grubundan oluşmuştur. Her bir fosforil grubu arasındaki bağ bu molekülde bulunan enerjinin büyük çoğunluğunu taşır ve ATP nin ADP ye dönüşmesi ile 2. ve 3. fosforil grupları arasındaki bağda depolanmış enerji salıverilir. Metabolik olaylarda rol alan bir diğer yüksek enerjili bileşik **GTP** dir (Guanozintrifosfat). Bu molekülde **NAD** ve **NADP** (Nikotin amid adenin di-nükleotid fosfat) ye dönüştürülerek enerji açığa çıkarılır.

## KARBONHİDRATLAR

Karbonhidratlar şekerler olarak ta bilinen, yaşayan organizmaların esansiyel komponentleri olup, hızlı bir şekilde metabolize edilebilecek enerji depolarıdır. Monosakkaridler karbonhidratların temel birimleridirler. **Monodsakkaridler, biyolojik sistemde ve Glukoneogenesis yada fotosentez sonucu üretilirler.** Monosakkaridler nükleik asitlerin temel bileşenleri olarak veya bir araya gelerek polimer kompleksler şeklinde bulunurlar.

Bu polimer kompleksler 2 gruba ayrılırlar.

1. Birkaç monosakkaridin bağlanmasıyla oluşan oligosakkaridler, ki bunlar glikoproteinleri ve glikolipidleri oluşturan protein ve lipidlerle ilgilidir.
2. Pek çok monosakkaridin birleşmesiyle meydana gelen ve oldukça büyük olan Polisakkaridler. Polisakkaridler ya yapı molekülüdürler (bitkisel hücre duvarındaki selüloz gibi) ya da yüksek enerji depo molekülleridir. (bitkilerdeki nişasta ve hayvanlardaki glikojen)

Monosakkaridler: Monosakkaridlerin pek çok formu vardır. Temel formu O<sub>2</sub> ve H atomlarının bağlandığı bir karbon zinciridir. Karbon zinciri 3, 4, 5, 6 ve hatta 7 S ve NH<sub>2</sub> gruplarında yer alabilir. Aynı kimyasal yapıdaki monosakkaridler moleküle farklı şekil vererek izomer olarak bilinen farklı yapıyı oluştururlar.

Doğada en bilinen monosakkarid D-glukoz'dur. D-glikoz, D-Monnoz, D-Galaktoz, D-Riboz ve D-Gliserol-aldehit daha büyük biyolojik moleküllerin önemli bileşenleridir.

Monosakkaridlerin bir diğer önemli özelliğinde doğrusal ve halka formları arasında hızlı dönüşebilme kapasiteleridir.

## **POLİSAKKARİDLER**

Monosakkaridler doğada temel olarak halka formunda ve polisakkaridlerin yapısında yer alırlar. Polisakkaridlerin fiziksel özellikleri tam olarak hangi monosakkaridden meydana geldikleri ve bunların birbirine bağlanma şekli ile belirlenir. **Alfa ve beta olmak üzere 2 tip bağ vardır. Alfa bağlantısına sahip bir polisakkarid düzensiz olan üç yönlü bir yapıya sahipken, beta bağlantısı sakkaridlerin sıkıca bağlandığı 3 yönlü düzenli bir yapıyı oluşturmaktadır.** Farklı yapı ve fonksiyonlara sahip polisakkaridler monosakkaridlerin **glikozidik** bağ olarak bilinen bağlarla birleşmeleriyle oluşurlar. **Sukroz** glikoz ve fruktoz moleküllerinin alfa (1-2) bağlantısı ile oluşmuş bir disakkarittir. Bazı bitkilerde fazlaca bulunur ve sığır ve domuz rasyonlarındaki yaygın karbonhidrat formudur. **Laktöz** sadece memelilerin sütlerinde bulunan ve galaktoz ve glikozun beta (1-4) bağlantısı ile oluşmuş bir diğer disakkarittir. Maltoz, izomaltoz ve sellobiyoz iki glikozdan oluşan disakkaritlerdir. Ancak bu moleküllerin farklılığı, onların özelliklerinde oldukça büyük farklılıklar yaratan

bağlantı şeklindedir. Maltoz alfa (1-4), izomaltoz alfa (1-6) ve Sellobiyoz ise beta (1-4) glikozidik bağına sahiptir.

Bu glikozidik bağlar 2 monosakkaridi serbest hale geçirmek için Karbonhidrazlar olarak bilinen enzimlere ihtiyaç duyarlar. Tüm organizmalarda alfa glikozidik bağlantısını parçalayacak alfa Karbonhidrazlar mevcut iken sellobiyozdaki beta (1-4) bağı parçalayan doğal olarak sadece bakteriler tarafından üretilen beta Karbohidrazlardır. Laktozdaki beta (1-4) bağlantısını parçalayan (hidroliz eden) Karbohidrazlar ise sadece neonatal memelilerde bulunmaktadır. **Dolayısı ile alfa bağlantısı ile bağlanmış şekerlerden oluşan karbohidratlara rasyonlarda yer verilmesi gerekmektedir.**

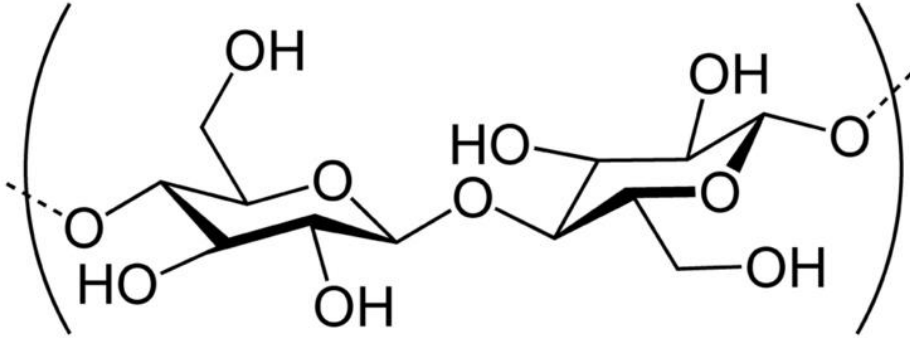
Polisakkaridlerden en önemli olanları **Nişasta, Selüloz, Kitin, Amiloz veya Amilopektin ve glikojendir.** Selüloz bitki hücre duvarlarının yapısal bileşenidir ve biyosferdeki C nun yarısından fazlasını oluşturur. **Bunun yanında tunikatlar olarak bilinen omurgasız deniz hayvanlarının sert dış yüzey örtü tabakasını oluşturmaktadır.** Selüloz 15000 kadar D-Glikozun beta (1-4) glikozidik bağı ile birleşmesi sonucu oluşmuş doğrusal yapılı polimerdir.

Omurgalılarda selülozun beta (1-4) bağı hidroliz edecek karbonhidrazilara sahip olmamalarına rağmen, herbivor memelilerin sindirim sisteminde simbiyotik yaşayan mikroorganizmaların salgıladıkları selüloz enzimi selülozu hidroliz etmektedir. **Bununla beraber, selüloz çok sıkıca bağlanmış olduğundan sindirim işlemi oldukça yavaştır.** Kanal yayınlarında fazla miktarda selülaz bulunmamasına rağmen, belli koşullarda bitkisel hücre duvarı materyalleri absorbe edilmiştir. **Ancak genel olarak selülozun balıklar için yararlı olmadığı kabul edilmektedir.**

**Kitin krustasealar (kabuklular) gibi omurgasız hayvanların dış iskeletinin temel bileşenidir.** Ayrıca çoğu mantarların (fungi) ve alglerin hücre duvarlarında bulunur. Kitin, N-Asetil glikoz aminlerin beta (1-4) bağlantısı ile oluşmuş doğrusal bir polimerdir. **Kabuklular karnivor balıkların temel besinleri arasındadır. Artemia, Dafnia, ve diğer kabuklular bilhassa larva döneminde ve genç balıkların beslenmesinde önemlidir.** Kitini parçalayan kitinaz enzimini **yayın balıklarının** sindirim sisteminde bulunmaktadır. Dolayısıyla kitin içeren besinler bu balıklar için uygundur. Ancak sindirim etkinliği üzerinde pek bilgi yoktur.

**Bitkilerde bulunan karbonhidrat depo molekülü nişastadır.**  $\alpha$ -Amiloz ve amilopektin granüllerinden oluşan ve bitkisel hücrede sitoplazmasında bulunan çözünür bir bileşiktir.

$\alpha$ -Amiloz birkaç bin glikoz molekülünün  $\alpha$ -(1-4) bağlantısı ile oluşmuş doğrusal yapıda bir polimerdir.  $\alpha$ -Amiloz selülozun izomeri olmasına rağmen özellikleri oldukça farklıdır.  $\alpha$ -Amiloz sindirim enzimlerine oldukça hassastır ve kolaylıkla parçalanabilir. **Dolayısı ile balık rasyonlarında nişasta bulunması sakınca yaratmayacaktır.** Amilopektin her bir 24-30 glikozun  $\alpha$ -(1-6) bağlantısı ile bağlandığı bir amiloz kompleksidir. Amilopektin molekülü (10 üzeri 6) kadar glikoz içerebilmektedir. **Amilopektin de balıklar tarafından kolaylıkla sindirilebilmektedir.**



Sellüloz

Glikojen hayvansal organizmadaki depo karbonhidratıdır. Bütün hücrelerde özellikle de iskelet kaslarında ve karaciğerde bulunur. Glikojenin temel yapısı amilopektine benzemektedir.

Hayvansal organizmalarda bulunan diğer polisakkaridler mukopolisakkaridler ve glikoproteinlerdir. Bu bileşikler de kolayca sindirilebilmektedir.